

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-224110
(43)Date of publication of application : 08.08.2003

(51)Int.Cl. H01L 21/3065
G23C 16/505

(21)Application number : 2002-019753 (71)Applicant : FUJITSU LTD
FUJITSU VLSI LTD

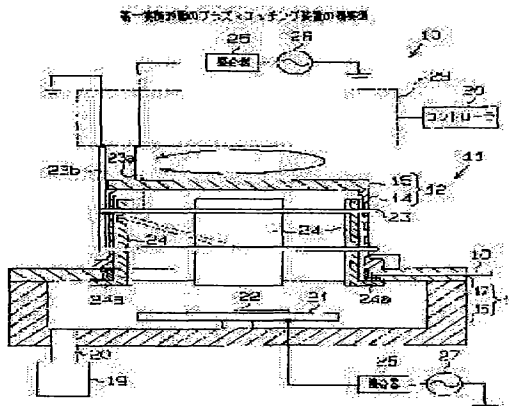
(22)Date of filing : 29.01.2002 (72)Inventor : TATENO YUICHI

(54) INDUCTION COUPLED PLASMA ETCHING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an induction coupled plasma etching device in which continuous treatment can be carried out stably.

SOLUTION: A shield plate 24 is provided in a reaction tube 14 in order to divide conductive reaction products adhering on the inner surface of the reaction tube 14 along the vertical direction of a coil antenna 23. A high frequency window is formed by dividing the reaction products and high frequency power is supplied efficiently from the coil antenna 23 into the reaction tube 14 through the high frequency window. The divided reaction products exhibit Faraday shield effects and stabilize plasma potentials.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 C 16/505

4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/505

H 0 1 L 21/302

1 0 1 C 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-19753(P2002-19753)

(22) 出願日 平成14年1月29日 (2002. 1. 29)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(71) 出願人 000237617

富士通ヴィエルエスアイ株式会社

愛知県春日井市高蔵寺町2丁目1844番2

(72) 発明者 立野 勇一

愛知県春日井市高蔵寺町二丁目1844番2

富士通ヴィエルエスアイ株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外1名)

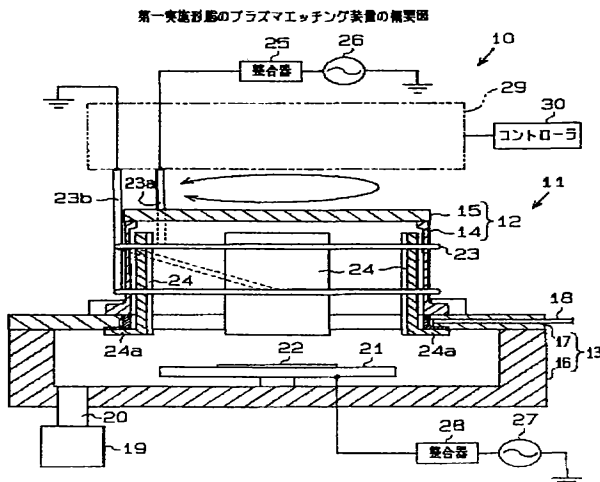
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導結合型プラズマ装置

(57) 【要約】

【課題】 安定して連続処理を行うことが可能な誘導結合型プラズマ装置を提供すること。

【解決手段】 反応管14の内側にシールド板24を設け、反応管14内面に付着する導電性を有した反応生成物を、コイルアンテナ23の垂直方向に沿って分断するようにした。反応生成物を分断して高周波窓が形成され、該高周波窓を介してコイルアンテナ23から反応管14内に効率よく高周波電力を供給される。また、分断された反応生成物は、ファラデーシールド効果を奏し、プラズマ電位を安定化する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体よりなり略円筒部分を有する形状に形成された反応管と、前記反応管の周囲に配置され、前記反応管の内部にプラズマを発生させる高周波アンテナと、前記反応管内部に該反応管の周方向に沿って少なくとも 1 つ設けられ、該反応管内面に付着する反応生成物を分断するシールド板と、を備えたことを特徴とする誘導結合型プラズマ装置。

【請求項 2】 前記シールド板は、前記反応生成物を前記高周波アンテナに対し垂直に分断することを特徴とする請求項 1 記載の誘導結合型プラズマ装置。

【請求項 3】 前記シールド板は、前記高周波アンテナの給電部付近の前記反応生成物を分断するように設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の誘導結合型プラズマ装置。

【請求項 4】 前記高周波アンテナは互いにほぼ平行に配置された複数の巻線と、前記複数の巻線間を接続する傾斜線とを含み、前記シールド板は少なくとも給電側の前記巻線付近の前記反応生成物を分断するように設けられていることを特徴とする請求項 1～3 のうちの何れか一項記載の誘導結合型プラズマ装置。

【請求項 5】 前記シールド板は、前記反応管の内面周方向に沿って延びるように形成されていることを特徴とする請求項 1～4 のうちの何れか一項記載の誘導結合型プラズマ装置。

【請求項 6】 前記シールド板は、前記反応管の半径方向と垂直な面に沿って延びる平板状に形成されていることを特徴とする請求項 1～5 のうちの何れか一項記載の誘導結合型プラズマ装置。

【請求項 7】 前記高周波アンテナは前記反応管との容量性結合が比較的大きい部分を有し、前記高周波アンテナと前記反応管の少なくとも一方を他方に対して相対移動させる駆動手段を備えたことを特徴とする請求項 1～6 のうちの何れか一項記載の誘導結合型プラズマ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は誘導結合型プラズマ装置に関するものである。半導体デバイスの製造では、まず半導体ウェハ上に機能性薄膜が堆積される。次に、ドライエッチング装置のようなエッチング装置を用いて、その薄膜から不要部分を除去することにより、所望のパターンが形成される。この製膜装置、エッチング装置において、処理室内壁には処理中に発生する反応生成物が付着する。この反応生成物は、各処理装置又は各装置において処理する半導体デバイスに悪影響を及ぼし、その除去は各装置の稼働時間の低下を招く。このため、安定して処理を行える誘導結合型のプラズマ装置が要

求されている。

【0002】

【従来の技術】 従来、複数の機能性薄膜が堆積された半導体ウェハは、各層毎に別々の処理室にてエッチング処理が行われる。この処理には、誘導結合型のプラズマ装置として誘導結合型のエッチング装置が用いられる。エッチング装置は真空容器外周に設けた電極から高周波電力を供給し、真空容器内部に発生したプラズマを用いて薄膜をエッチングするものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、このエッチング装置において、製品処理時に発生する反応生成物は、誘電体からなる真空容器の内壁に付着する。反応生成物はエッチング工程毎に壁に堆積する。真空容器内部の温度はエッチング処理中と待機中とで大きく異なる。堆積した反応生成物は頻繁な温度差（熱ストレス）を受けることで壁から剥がれる。剥がれた反応生成物の片は半導体ウェハ上に落下する。比較的大きな落下片は、所望のパターンの半導体デバイスの形成を妨げる。また、真空容器に付着した反応生成物は、プラズマの点火不良やマッチングポイントの変動によるエッチングレートの低下を招く。

【0004】 反応生成物の除去は、日常的な製品処理前の真空容器の洗浄、処理後に組み込まれたドライクリーニングによるクリーニングシーケンス、などにより行われる。このような洗浄は製造装置の稼働コスト、ひいては半導体装置の製造コストを上昇させ、また、エッチング装置の稼働時間を低下させる。

【0005】 本発明は上記問題を解決するためになされたものであって、その目的は連続処理を安定して行える誘導結合型のプラズマ装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、誘電体よりなり略円筒部分を有する形状に形成された反応管と、前記反応管の周囲に配置され、前記反応管の内部にプラズマを発生させる高周波アンテナと、前記反応管内部に該反応管の周方向に沿って少なくとも 1 つ設けられ、該反応管内面に付着する反応生成物を分断するシールド板と、を備えた。反応生成物を分断することで高周波窓を形成し、高周波アンテナから反応管内部に高周波電源を供給する。

【0007】 請求項 2 に記載の発明のように、前記シールド板は、前記反応生成物を前記高周波アンテナに対し垂直に分断する。請求項 3 に記載の発明のように、前記シールド板は、前記高周波アンテナの給電部付近の前記反応生成物を分断するように設けられている。

【0008】 請求項 4 に記載の発明のように、前記高周波アンテナは互いにほぼ平行に配置された複数の巻線と、前記複数の巻線間を接続する傾斜線とを含み、前記シールド板は少なくとも給電側の前記巻線付近の前記反

応生成物を分断するように設けられている。

【0009】請求項 5 に記載の発明のように、前記シールド板は、前記反応管の内面周方向に沿って延びるように形成されている。請求項 6 に記載の発明のように、前記シールド板は、前記反応管の半径方向と垂直な面に沿って延びる平板状に形成されている。

【0010】請求項 7 に記載の発明のように、前記高周波アンテナは前記反応管との容量性結合が比較的大きい部分を有し、前記高周波アンテナと前記反応管の少なくとも一方を他方に対して相対移動させる駆動手段を備えた。これにより、エッチング等の処理生成物の付着量が少なくなる。

【0011】

【発明の実施の形態】（第一実施形態）以下、本発明を具体化した第一実施形態を図 1 ～ 図 3 に従って説明する。

【0012】図 1 は、ICP 方式のプラズマエッチング装置（inductively coupled plasma etching system）の概略図である。エッチング装置 10 はエッチング室 11 を備え、そのエッチング室 11 は、上部処理室 12 と下部処理室 13 とから構成される。

【0013】上部処理室 12 は、反応管 14 と、その上端を覆う蓋 15 とから構成される。反応管 14 は、石英ガラスの誘電体よりなり、円筒形に形成されている。下部処理室 13 は、反応管 14 より幅広く形成された処理容器 16 と、その上端を覆う環状蓋 17 とから構成されている。環状蓋 17 は反応管 14 の内径と略同一の内径を持つ環状に形成され、その環状蓋 17 の上面に反応管 14 が固定されている。

【0014】環状蓋 17 にはエッチングガスをエッチング室 11 内に導入するガス導入ポート 18 が形成されている。処理容器 16 には真空ポンプ 19 に連なる排気ポート 20 が形成されている。真空ポンプ 19 により、プラズマ中の分子、エッチング生成物等が排気される。

【0015】下部処理室 13 には試料台 21 が設けられている。試料台 21 は静電チャックよりなり、その上面には例えばウェハ等の被エッチング対象である試料 22 が載置固定される。

【0016】反応管 14 の外側には、該反応管 14 を囲むようにコイルアンテナ 23 が設けられている。反応管 14 の内側にはシールド板 24 が設けられている。尚、本実施形態では、反応管 14 の内周面に沿って 4 枚のシールド板 24 が設けられている。

【0017】コイルアンテナ 23 は、プラズマ生成と維持のためにエッチング室 11 に電力を供給するために設けられている。コイルアンテナ 23 は、反応管 14 の外周に沿って略 2 周するように形成されている。コイルアンテナ 23 の第 1 端子（入力側端子）23a は高周波インピーダンス整合器（マッチングユニット）25 を介して高周波電源 26 に接続され、第 2 端子 23b は接地さ

れている。

【0018】各シールド板 24 は、石英ガラスよりなる。尚、シールド板 24 を導電性を有する材料にて形成しても良い。各シールド板 24 は、反応管 14 の軸線方向（図 1 の上下方向）に沿って延びるように形成されている。各シールド板 24 は、下端に反応管 14 の半径方向外側に向かって固定部 24a が延出形成され、該固定部 24a により反応管 14 の内周面から所定距離間隔して環状蓋 17 に固定されている。そして、各シールド板 24 は、少なくとも給電側の第 1 巻線 31 の内側に介在するように、その上端が第 1 巻線 31 よりも上方へ突出するように形成されている。

【0019】エッチング装置 10 には、プラズマ中のエッチャントであるイオンを試料に向かって加速させるために電力供給源であるバイアス用高周波電源 27 が備えられ、その高周波電源 27 は高周波インピーダンス整合器 28 を介して試料台 21 に接続されている。

【0020】更に、エッチング装置 10 には、コイルアンテナ 23 を移動させるための駆動器 29 と、それを制御するためのコントローラ 30 が備えられている。駆動器 29 は、コイルアンテナ 23 と反応管 14 とを相対移動させるように構成され、本実施形態では、コイルアンテナ 23 を反応管 14 の外周に沿って水平回転させえるように構成されている。

【0021】駆動器 29 は、コントローラ 30 からの指令に基づいて動作し、コイルアンテナ 23 を水平回転させる。コントローラ 30 は、試料 22 のエッチングが開始されると駆動器 29 に指令を出力し、駆動器 29 はその指令に応答してコイルアンテナ 23 を水平回転させる。

【0022】図 2 はコイルアンテナ 23 及びシールド板 24 の説明図であり、図 2（a）は平面図、図 2（b）は側面図である。先ず、コイルアンテナ 23 について詳述する。

【0023】コイルアンテナ 23 は、上下方向に所定の間隔にて配置された第 1 及び第 2 巻線 31、32 と、それらを接続する傾斜線 33 とを備える。第 1 巻線 31 は給電側端子 23a と接続され、第 2 巻線 32 は接地側端子 23b と接続されている。

【0024】第 1 及び第 2 巻線 31、32 は、反応管 14 外周との間隔が第 1 の距離にてその外周に沿って水平に略 3/4 周するように形成されている。傾斜線 33 は、反応管 14 外周との間隔が第 2 の距離にてその外周に沿って略 1/4 周するように形成されている。そして、第 2 の距離は、第 1 の距離に比べて極めて小さく設定されている。

【0025】これは、コイルアンテナ 23 において、傾斜線 33 における容量結合成分を大きくする。誘導結合型と言えどもコイルアンテナ 23 が有限であるために若干の結合容量成分が存在する。そして、この結合容量成

分は、コイルアンテナ 23 と反応管 14 との間隔が等しい場合、給電側端子 23a から接地側端子 23b に向かって減少する。このため、傾斜線 33 を反応管 14 外周に近接させることで、この部分における結合容量成分を、第 1 及び第 2 巻線 31, 32 のそれよりも大きくする。更に、第 2 の距離を第 1 の距離に比べて遙かに小さくし、傾斜線 33 と反応管 14 との距離をその上端（第 1 巻線 31 の終端）から下端（第 2 巻線 32 の先端）までほぼ等しくすることで、その傾斜線 33 における結合容量成分を上端から下端までほぼ均一にしている。

【0026】次に、シールド板 24 について詳述する。図 2 (a) に示すように、各シールド板 24 は、平面形状が反応管 14 内面に沿って湾曲している。

【0027】各シールド板 24 の配置位置は、反応管 14 内面及び各シールド板 24 に付着する反応生成物を周方向に途切れさせるように形状・配置位置が設定されている。詳しくは、シールド板 24 の周方向両端と反応管 14 内面との距離 L1 は、シールド板 24 に付着する反応生成物と反応管 14 に付着する反応生成物が堆積量増加に伴い互いに接触しないように設定される。シールド板 24 の周方向の幅 L2 は、シールド板 24 の両側から該シールド板 24 と反応管 14 の間に回り込む反応生成物が接触しない（繋がらない）ように設定される。そして、シールド板 24 と反応管 14 とが離間する距離 L3 は、エッチング処理に寄与するプラズマのパワーを減少させないように設定される。

【0028】次に、上記のように構成されたエッチング装置 10 の作用を説明する。まず、コイルアンテナ 23 の作用を説明する。ガス導入ポート 18 より導入されたガスと真空ポンプ 19 と排気ポート 20 のコンダクタンスにより、エッチング室 11 は、所望の雰囲気形成する。エッチング室 11 内のガス雰囲気が安定したところでソース用の第 1 高周波電源 26 よりコイルアンテナ 23 に電力が供給され、コイルアンテナ 23 より発振された電磁波は反応管 14 を透過してガス分子、原子を電離しエッチング室 11 内はプラズマ状態となる。

【0029】コントローラ 30 は第 1 高周波電源 26 の発振とともに駆動器 29 を起動し、コイルアンテナ 23 を水平回転させる。プラズマが安定して十分なイオンが生成されたところで、試料台 21 にバイアス用の第 2 高周波電源 27 より電力を供給し、試料 22 はイオンアシスト反応やイオン衝撃によりエッチングされる。なお、エッチングが開始されるのは、バイアス電力が供給されてからであるため、コントローラ 30 は駆動器 29 を第 2 高周波電源 27 の発振時に起動するようにしてもよい。

【0030】FeRAM 等のデバイスに代表される Pt, Ir, PZT, SBT 等の材料をエッチングした場合、それらの材料はあらゆるエッチャントと反応性が非常に低い。このため、ほとんどがイオン衝撃によるスパ

ッタエッチでの加工となり、揮発性の分子を作らない。従って、エッチング生成物の多くはそれぞれの原子のままで試料 22 より削り取られたものであり、エッチング室 11 内壁つまり反応管 14 の内壁に付着する。

【0031】このとき、コイルアンテナ 23 の傾斜線 33 近傍の反応管 14 内壁には、容量結合によりイオンシース (ion sheath) が形成され、プラズマ中のイオンの極一部はエッチング室 11 からコイルアンテナ 23 の方向に向かい反応管 14 内壁に衝突する。アンテナ近傍でのイオンシースの形成は、反応管 14 に限らず、使用する電波を透過する誘電体で起こる。

【0032】コイルアンテナ 23 の容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管 14 内壁に付着しようとしているエッチング生成物は衝突し、エッチング生成物は拡散される。その結果、コイルアンテナ 23 近傍には、エッチング生成物の付着量が少ない。

【0033】更に、傾斜線 33 において、その上端から下端までの結合容量成分がほぼ均一である。従って、エッチング生成物の拡散は、コイルアンテナ 23 の上端から下端までほぼ均一におこり、それに対応する反応管 14 内のエッチング生成物の付着量はほぼ均一になる。

【0034】イオンシースを大きくすることによりコイルアンテナ 23 により生成されたエッチャントであるイオンの反応管 14 方向へ向かう量が多くなるのであるが、ICP 方式により生成されたイオン密度は非常に高く、エッチングレートに影響するほどウェハに向かうイオンは減少しない。

【0035】次に、シールド板 24 の作用を説明する。基板上に積層した金属膜をエッチング処理した場合、導電性の反応生成物が反応管 14 内面及び各シールド板 24 内側面に付着する。その付着した反応生成物は、連続した処理によって反応室内全体に均一化する。シールド板 24 は、このように付着する反応生成物をその設定位置によりコイルアンテナ 23 に対して垂直に分断する。

【0036】詳述すると、シールド板 24 の周方向両端と反応管 14 内面との距離 L1 が小さいと、シールド板 24 に付着する反応生成物と反応管 14 に付着する反応生成物 22a (図 3 (a) 参照) が堆積量増加に伴い互いに接触してしまうため、反応生成物の分断ができない。距離 L1 が大きいと反応生成物 22a がシールド板 24 と反応管 14 の間に回り込み、反応管 14 に付着する。そして、シールド板 24 の周方向の幅 L2 が小さいと、回り込み反応管 14 に付着した反応生成物 22a が繋がってしまい、同様に分断ができない。これらの場合、図 3 (b) に示す従来例と同様に反応生成物 22a が連続する。

【0037】また、シールド板 24 と反応管 14 の間の間隔も重要である。即ち、シールド板 24 と反応管 14 とが離間する距離 L3 が大きすぎると、反応管 14 とシ

ールド板 24 の間でプラズマが発生し、エッチング処理に寄与するプラズマのパワーが減少するからである。

【0038】反応生成物 22a は、シールド板 24 によりコイルアンテナ 23 の垂直方向に分断され、スリットが形成される。このスリットはコイルアンテナ 23 から反応管 14 内部にプラズマを発生させる高周波電力を供給する高周波窓として機能する。即ち、本実施形態のエッチング装置 10 は、シールド板 24 によって反応管 14 内面に付着する反応生成物 22a に高周波窓を形成することで、エッチング処理に寄与するプラズマのパワー減少を抑えることができる。

【0039】また、上記のように付着し分断された反応生成物 22a は、導電性を有しているため、ファラデーシールドと同等に機能する。プラズマ処理装置に備えられるファラデーシールドは、処理室内に発生するプラズマの電位を変化させる容量結合成分をカットする効果がある。従って、本実施形態のエッチング装置 10 は、反応管 14 に付着する反応生成物 22a をシールド板 24 によってコイルアンテナ 23 と垂直方向に分断させることで、ファラデーシールドを処理室内に備えた構成と等価となる。このため、本実施形態のエッチング装置 10 は、エッチング処理により発生する反応生成物 22a をファラデーシールドとして利用してプラズマの電位を安定させ、処理を安定に行う。

【0040】以上記述したように、本実施の形態によれば、以下の効果を奏する。

(1) 反応管 14 の内側にシールド板 24 を設け、反応管 14 内面に付着する導電性を有した反応生成物 22a を、コイルアンテナ 23 の垂直方向に沿って分断するようにした。反応生成物 22a を分断して高周波窓が形成され、該高周波窓を介してコイルアンテナ 23 から反応管 14 内に効率よく高周波電力を供給することができる。また、分断された反応生成物 22a は、ファラデーシールド効果を奏し、プラズマ電位を安定化する。その結果、安定したプラズマを発生させ、プラズマの点火不良やエッチングレートの低下を防ぐことができる。

【0041】(2) コイルアンテナ 23 の傾斜線 33 を反応管 14 外周に近づけて容量性結合を持たせ、該コイルアンテナ 23 を反応管 14 外周に沿って回動させるようにした。反応管 14 内壁には、容量結合によりイオンシース (ion sheath) が形成され、プラズマ中のイオンのほとんどは試料 22 に向かい、それをエッチングする。そして、イオンの極一部はコイルアンテナ 23 の方向に向かい反応管 14 内壁に衝突する。コイルアンテナ 23 の容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管 14 内壁に付着しようとしているエッチング生成物は衝突し、エッチング生成物は拡散される。その結果、エッチング処理を行うと同時に、反応管 14 の全周においてエッチング生成物の付着量を少なくし、反応管 14 の洗浄周期を長くすることができる。

【0042】(3) コイルアンテナ 23 の傾斜線 33 を第 1 及び第 2 巻線 31, 32 よりも反応管 14 外周に近づけたため、結合容量の強い部分を容易に形成することができる。そして、コイルアンテナ 23 を反応管 14 外周に沿って回動させるようにしたため、その反応管 14 全周に渡り上下方向に幅広くエッチング生成物の付着量を略均一に少なくすることができる。

【0043】(第二実施形態) 以下、本発明を具体化した第二実施形態を図 4 に従って説明する。尚、説明の便宜上、図 1 と同様の構成については同一の符号を付してその説明を一部省略する。

【0044】図 4 は、ICP 方式のプラズマエッチング装置の概略図である。エッチング装置 40 は、駆動器 41 がエッチング室 11 の蓋 15 に固定されている。駆動器 41 はモータ 42 及びそれにより回動駆動されるロータリコネクタ 43 を備える。

【0045】ロータリコネクタ 43 は、中空の軸 44 と、それに対してベアリング 45 により回動可能に支持されたリング状の出力部 46 とから構成され、中空軸 44 が蓋 15 上面に固定されている。

【0046】ロータリコネクタ 43 は、中空軸 44 と出力部 46 との間が高周波電源の導通可能に構成され、中空軸 44 が整合器 25 を介して第 1 高周波電源 26 に接続され、出力部 46 がコイルアンテナ 23 の給電側端子 23a に接続されている。これにより、第 1 高周波電源 26 から整合器 25 及びロータリコネクタ 43 を介してコイルアンテナ 23 に電力供給がなされる。

【0047】蓋 15 には、エッチング室 11 内部と中空軸 44 内部とを運通する連通孔 15a が設けられ、その連通孔 15a にはガス導入ポート 47 が連なるように設けられ、そのガス導入ポート 47 及び連通孔 15a を介してエッチング室 11 内にエッチングガスが導入される。また、ガス導入ポート 47 は、蓋 15 の温度調整を行うための温調ケーブルが挿入可能に形成されている。

【0048】ロータリコネクタ 43 の出力部 46 にはブリー 48 が同軸状に固定され、そのブリー 48 にはモータ 42 の出力軸に固定されたブリー 49 との間にタイミングベルト 50 が掛け渡されている。

【0049】下部処理室 13 内には、試料としてのウェハ 22 を固定する試料台としての静電チャック 51 が設けられ、その静電チャック 51 は整合器 28 を介してバイアス用電源を供給する第 2 高周波電源 27 に接続されている。

【0050】静電チャック 51 は、略円盤状に形成され、中央にウェハ 22 の径より小さな径の載置部が形成されており、段差となる外周部にはそれを覆う略円環状の石英プレート 52 が固定されている。

【0051】次に、上記のように構成されたエッチング装置 40 の作用を説明する。ガス導入ポート 18, 47 より導入されたガスは、エッチング室 11 中で所望の圧

力雰囲気コントロールされる。エッチング室 11 内のガス雰囲気安定したところで第 1 高周波電源 26 よりコイルアンテナ 23 に電力が供給され、コイルアンテナ 23 より発振された電磁波は反応管 14 を透過してガス分子、原子を電離しエッチング室 11 内はプラズマ状態となる。

【0052】図示しないコントローラは、第 1 高周波電源 26 の発振とともにモータ 42 を起動し、タイミングベルト 50 を經由してプーリー 48 に回転動作が伝達される。プーリー 48 にはロータリコネクタ 43 が固定されており、その先に固定されているコイルアンテナ 23 が同時に回転する。

【0053】プラズマが安定して十分なイオンが生成されたところで、第 2 高周波電源 27 より電力を供給し、ウェハ 22 はイオンアシスト反応やイオン衝撃によりエッチングされる。

【0054】FeRAM 等のデバイスに代表される Pt, Ir, PZT, SBT 等の材料をエッチングした場合、それらの材料はあらゆるエッチャントと反応性が非常に低い。このため、ほとんどがイオン衝撃によるスパッタエッチでの加工となり、揮発性の分子を作らない。従って、エッチング生成物の多くはそれぞれの原子のままで試料 22 より削り取られたものであり、エッチング室 11 内壁つまり反応管 14 の内壁に付着する。

【0055】このとき、コイルアンテナ 23 の傾斜線 33 近傍の反応管 14 内壁には、容量結合によりイオンシース (ion sheath) が形成され、プラズマ中のイオンの極一部はエッチング室 11 からコイルアンテナ 23 の方向に向かい反応管 14 内壁に衝突する。アンテナ近傍でのイオンシースの形成は、石英反応管 14 に限らず、使用する電波を透過する誘電体で起こる。

【0056】コイルアンテナ 23 の容量結合によるイオンシースで加速されたイオンと反応管 14 内壁に付着しようとしているエッチング生成物は衝突し、エッチング生成物は拡散される。その結果、コイルアンテナ 23 近傍には、エッチング生成物の付着量が少ない。

【0057】以上記述したように、本実施形態によれば、第一実施形態の効果に加えて、以下の効果を奏する。

(1) 蓋 15 上面に固定したロータリコネクタ 43 にコイルアンテナ 23 を接続し、モータ 42 にてロータリコネクタ 43 に同軸状に固定したプーリー 48 を回転させ、コイルアンテナ 23 を反応管 14 外周に沿って回転させるようにした。その結果、コイルアンテナ 23 を反応管 14 外周に沿って精度良く回転させ、反応管 14 内壁に付着するエッチング生成物の堆積レートのバラツキを抑えることができる。

【0058】(2) 中空軸 44 を有するロータリコネクタ 43 を用いることで、蓋 15 の温度調節と、エッチング室 11 の上部からのガス導入とを行うことが可能とな

る。尚、前記各実施形態は、以下の態様に変更してもよい。

【0059】・上記各実施形態のコイルアンテナ 23 の形状を、適宜変更して実施しても良い。例えば、図 5

(a), (b) に示すように、コイルアンテナ 61 を形成する。該コイルアンテナ 61 は、反応管 14 外周面に近接する傾斜線 62 と、その傾斜線 62 に連続する第 1 及び第 2 巻線 63, 64 を有する。傾斜線 62 は反応管 14 外周と第 2 の距離を離してその反応管 14 に沿って略 1/4 周するように形成されている。第 1 及び第 2 巻線 63, 64 は、反応管 14 外周面から第 1 の距離だけ離間し、傾斜線 62 との接続点において反応管 14 から第 2 の距離だけ離間する。このようにしても、上記各実施形態と同様に、傾斜線 62 の接合容量成分を、第 1 及び第 2 巻線 63, 64 のそれよりも大きくし、反応管 14 内壁へのエッチング生成物の付着量を低減することができる。

【0060】また、図 6 (a), (b) に示すように、コイルアンテナ 71 は、電力供給側から徐々に太くした傾斜線 72 と、それに接続された第 1 及び第 2 巻線 63, 64 を備える。このようにすれば反応管 14 に対して容量性結合量の分布が均一となる。これにより、エッチング生成物の堆積レートを低くし、反応管 14 内壁の堆積分布も均一となり、堆積物は剥がれ難くなる。

【0061】更に、コイルアンテナを、それが反応管 14 外周に投影される面積を給電側端子から接地側端子に向かって徐々に大きくするように形成しても良い。例えば、図 7 (a), (b) に示すように、均一の板厚を持つアンテナ用板材 81 を給電側端子 81a から接地側端子 81b に向かって幅を徐々に太くし、それを反応管 14 の外周に沿ってその外周から等距離に略 2 ターン巻くように形成する。また、図 8 (a), (b) に示すように、均一の板厚及び幅を持つアンテナ用板材 82 を 90° ひねり、それを反応管 14 の外周に沿ってその外周から等距離に略 2 ターン巻くように形成する。

【0062】板材 81, 82 を反応管 14 外周と等距離に略 2 ターン巻くと、その容量性結合量は、反応管 14 の投影面積を給電側端子 81a, 82a から接地側端子 81b, 82b に向かって徐々に大きくすることで、容量性結合量の分布が均一となる。これにより、エッチング生成物の堆積レートを低くし、反応管 14 内壁の堆積分布も均一となり、堆積物は剥がれ難くなる。

【0063】このように、コイルアンテナ 23 を反応管 14 に近づけたり、アンテナ 23 の反応管 14 に投影される面積を大きくすることにより、イオンシースの大きさが変更される。このため、エッチング材料やエッチャントの違いによる生成物の付着量の違いに対応して生成物の付着をコントロール可能となり、付着レートを減少させ反応管 14 の洗浄周期を長期化することが可能となる。

【0064】・上記各実施形態のシールド板24の形状を、適宜変更して実施してもよい。例えば、図9

(a)、(b)に示すように、シールド板91を、反応管14の半径方向に対して垂直な面に沿って延びる平板状に形成する。また、シールド板は少なくとも給電側の第1巻線31に対応して設ければよく、図10(a)、

(b)に示すように、給電側の第1巻線31の内側の面を覆う形状に形成したシールド板92に具体化する。尚、このシールド板92を図9(a)(b)のシールド板91と同様に、反応管14の半径方向に対して垂直な面に沿って延びる平板状に形成してもよい。

【0065】・上記各実施形態のコイルアンテナ23、61、71、81、82を、誘導結合型プラズマCVD装置(inductively coupled plasma enhanced CVD system)等の生成したプラズマにより試料に所定の処理を施す装置に応用して実施してもよい。もちろん、試料としてウェハ以外に、液晶表示装置(LCD)や薄膜磁気ヘッド(TFH)などの製造工程に用いられるエッチング装置および化学的気相堆積(CVD)装置に具体化してもよい。

【0066】・上記各実施形態では、エッチング室11を固定し、反応管14の外周に沿ってコイルアンテナ23を回動させるようにしたが、コイルアンテナ23を固定し反応管14を回動させるようにしてもよい。また、コイルアンテナ23及び反応管14を、ともに水平回動させるようにしても良い。このようにしても、上記各実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0067】・上記各実施形態におけるコイルアンテナ23と反応管14との相対移動は水平回動のみならず、上下移動、水平回動及び上下移動を行うようにしてもよい。・上記実施形態において、コントローラ30でコイルアンテナ23の移動速度を可変するようにしてもよく、これにより、性質の異なるエッチング生成物の堆積速度を減少させることが可能となる。

【0068】・上記各実施形態では、コイルアンテナ23を略2ターン状に形成したが、略1ターン状又は略3ターン以上の形状に形成しても良い。

・上記各実施形態において、コイルアンテナ23の第1及び第2巻線31、32と反応管14外周との間隔を相違させても良い。例えば、第1巻線31の間隔を第2巻線32の間隔より長くする。これにより、第1巻線31

の容量性結合量と第2巻線32のそれとを略同一にすることができ、エッチング生成物の堆積レートをほぼ均一にすることができる。

【0069】・上記第一実施形態において、上部処理室12を釣り鐘形状の石英ベルジャにより構成したプラズマ装置に具体化してもよい。

・上記各実施形態において、容量性結合を調整していないコイルアンテナを用いて実施してもよい。

【0070】・上記各実施形態のシールド板24、91、92を、CVD装置(Chemical Vapor Deposition System)やPVD装置(Physical Vapor Deposition System)等の薄膜形成装置に適用しても良い。また、上記各実施形態のコイルアンテナ23を各種薄膜形成装置に適用しても良い。

【0071】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、安定して連続処理を行うことが可能な誘導結合型プラズマ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第一実施形態のプラズマエッチング装置の概要図である。

【図2】 高周波アンテナ及びシールドの説明図である。

【図3】 シールド及び反応生成物の説明図である。

【図4】 第二実施形態のプラズマエッチング装置の概要図である。

【図5】 別の高周波アンテナの説明図である。

【図6】 別の高周波アンテナの説明図である。

【図7】 別の高周波アンテナの説明図である。

【図8】 別の高周波アンテナの説明図である。

【図9】 別のシールドの説明図である。

【図10】 別のシールドの説明図である。

【符号の説明】

14 反応管

23 コイルアンテナ

24 シールド板

29 駆動手段

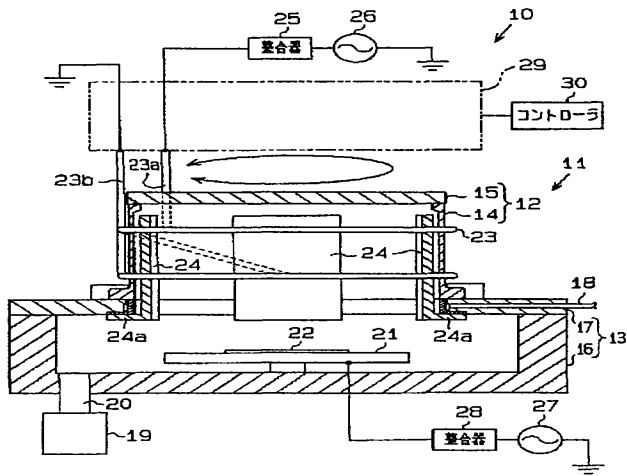
31 巻線としての第1巻線

32 巻線としての第2巻線

33 傾斜線

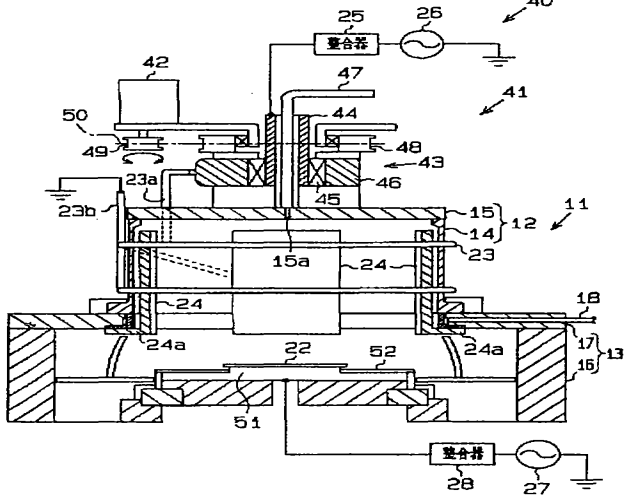
【図 1】

第一実施形態のプラズマエッチング装置の概略図



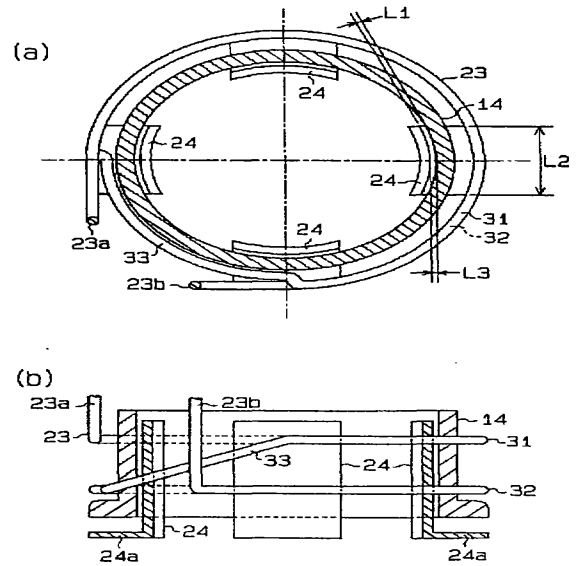
【図 4】

第二実施形態のプラズマエッチング装置の概略図



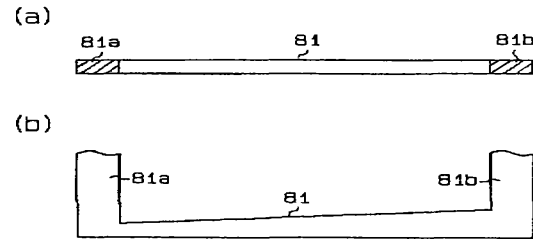
【図 2】

高周波アンテナの説明図

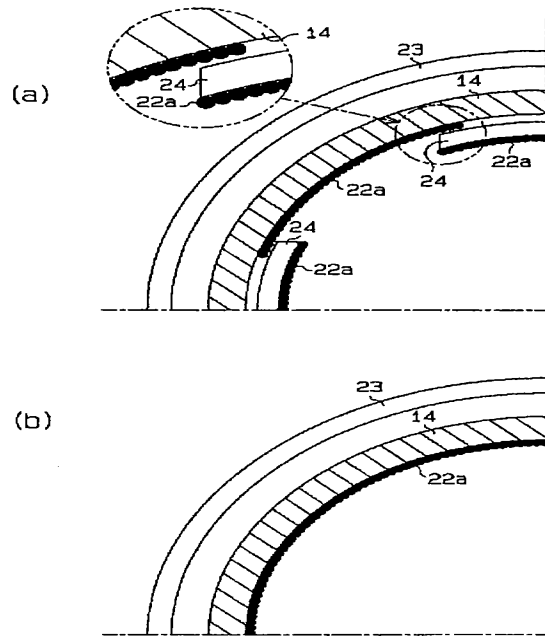


【図 7】

別の高周波アンテナの説明図

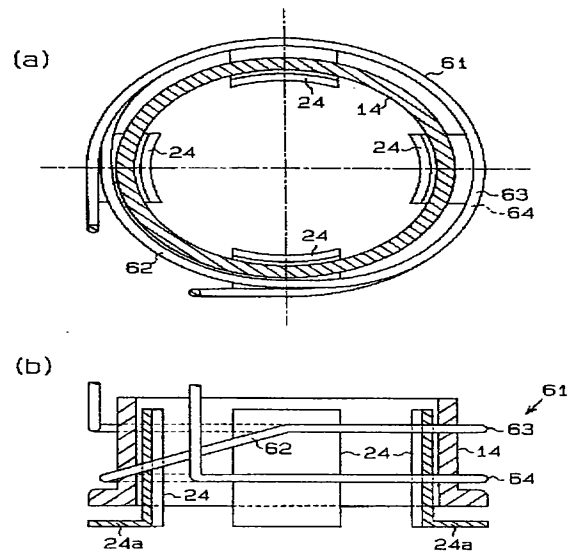


【図3】



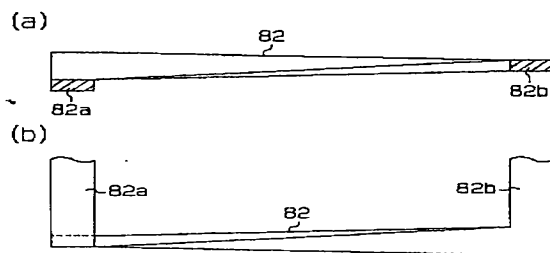
【図5】

高周波アンテナの説明図



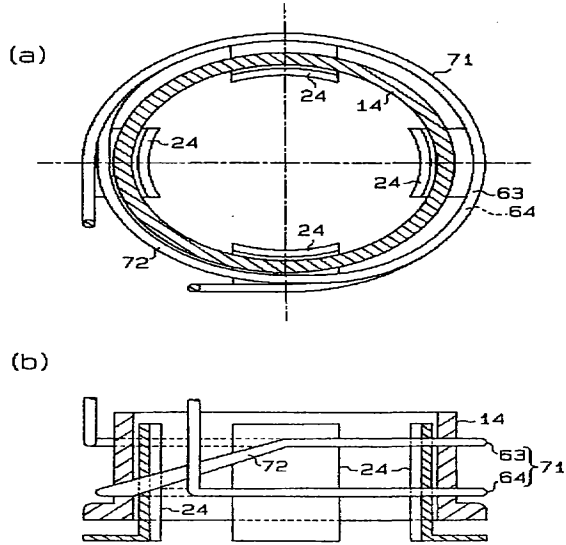
【図8】

別の高周波アンテナの説明図



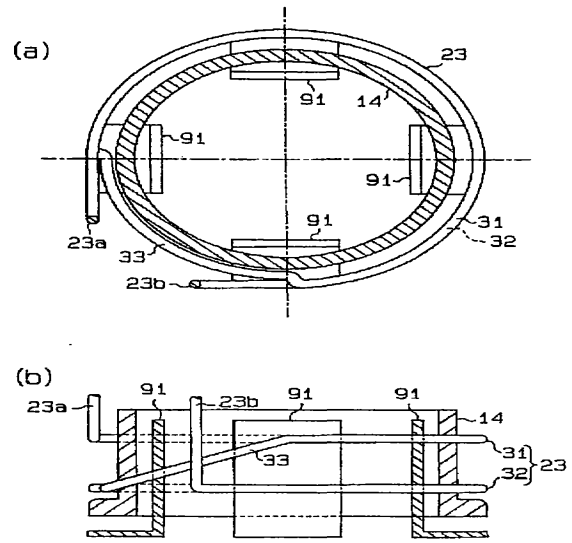
【図6】

高周波アンテナの説明図



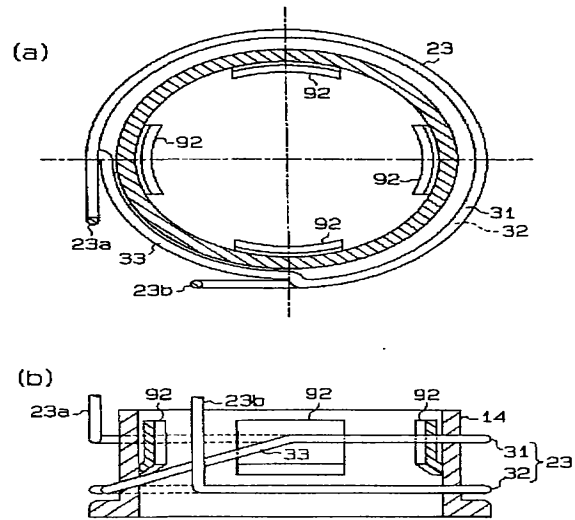
【図9】

高周波アンテナの説明図



【図１０】

高周波アンテナの説明図



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K030 CA04 FA04 KA30 LA15
5F004 AA15 BA20 BB13